

202KU06  
BC**Apparatus for the catalytic reaction of a fluid in the gas phase**

**Patent number:** EP0967006  
**Publication date:** 1999-12-29  
**Inventor:** MARSCH HANS-DIETER (DE)  
**Applicant:** KRUPP UHDE GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **International:** B01J8/04; C10L3/10  
- **european:** C10L3/10; B01J8/04B2B; B01J8/04D3B; B01J8/04F  
**Application number:** EP19990111405 19990611  
**Priority number(s):** DE19981028777 19980627

**Also published as:**

- EP0967006 (A3)
- DE19828777 (A1)
- CA2276221 (A1)
- EP0967006 (B1)

**Cited documents:**

- US1959219
- DE3607118
- DE19600549
- US3902856
- JP61171530

**Abstract of EP0967006**

The first catalyst bed (6) is smaller in volume than the second catalyst bed (7). Both are cylindrical. The outer cylindrical wall (12) of the first, inner bed forms the cylindrical inner wall of the second. Flow is radial through the first bed and axial through the second.

**Preferred Features:** Mounting dimensions of the beds are coordinated such that filling heights of both in the overall casing (2) are essentially the same. The second catalyst bed is formed for axial flow. At the domed top of the overall casing, there is a supply standpipe (3) to the dome (13) of the inner catalyst bed (6). Nearby, a second standpipe (3') bypasses the inner catalyst bed.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 967 006 A2



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B01J 8/04, C10L 3/10

(21) Anmeldenummer: 99111405.9

(22) Anmeldetag: 11.06.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 27.06.1998 DE 19828777

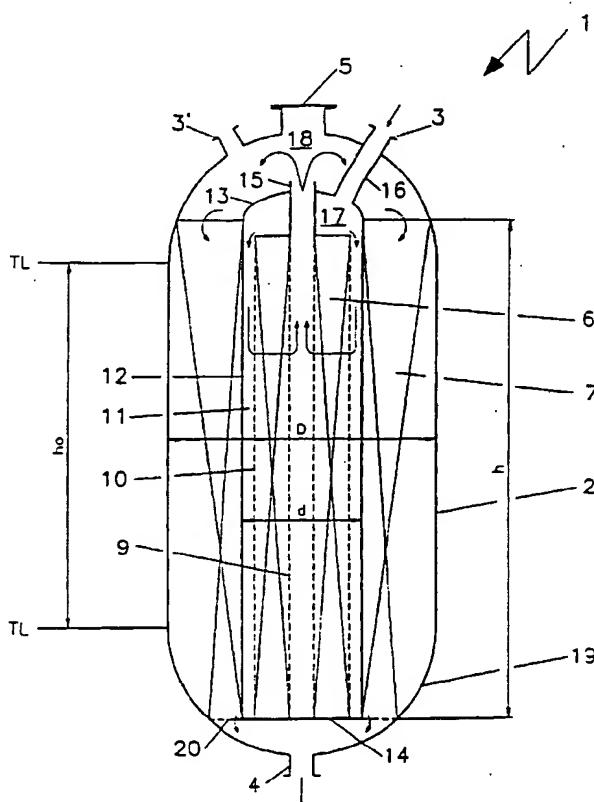
(71) Anmelder: Krupp Uhde GmbH  
44141 Dortmund (DE)(72) Erfinder: Marsch, Hans-Dieter  
44149 Dortmund (DE)(74) Vertreter:  
Patentanwälte  
Meinke, Dabringhaus und Partner  
Westenhellweg 67  
44137 Dortmund (DE)

## (54) Vorrichtung zur Durchführung katalytischer Reaktionen eines Fluids in der Gasphase

(57) Mit einer Vorrichtung zur Durchführung katalytischer chemischer Reaktionen eines Fluids in der Gasphase, soll neben der Vermeidung der bekannten Nachteile eine Vorrichtung mit zwei Katalysatorbetten unterschiedlicher Lebensdauer so gestaltet werden, daß die Katalysatoren unabhängig voneinander gewechselt werden können, ohne Inkaufnahme unge nutzter Toträume und mit der Möglichkeit, jedes Bett umfahren zu können.

Dies wird dadurch erreicht, daß

- a) das im Strömungsweg erste Katalysatorbett (6) ein kleineres Katalysatorvolumen aufweist als das zweite Katalysatorbett (7),
- b) das erste und zweite Katalysatorbett (6,7) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind, wobei die zylindrische Begrenzungswand (12) des inneren Katalysatorbettes (6) die zylindrische Innенwand des zweiten Katalysatorbettes (7) bildet und
- c) das erste Katalysatorbett (6) radial und das zweite Katalysatorbett (7) axial durchströmbar ist.



Figur 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf eine Vorrichtung der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Gattung.

[0002] Es gibt eine Reihe katalytischer chemischer Reaktionen eines Fluids, wie beispielsweise der Entschwefelung von Kohlenwasserstoffen, hier sei als Beispiel die Entschwefelung von Erdgas genannt, bei denen zwei Katalysatoren in Strömungsrichtung des Fluids hintereinander geschaltet sind, wobei in vielen Fällen der in Strömungsrichtung erste Katalysator eine kürzere Lebensdauer aufweist als der zweite.

[0003] So werden beispielsweise in einer ersten Stufe etwa vorhandene organische Schwefelverbindungen unter Zugabe von Wasserstoff in H<sub>2</sub>S umgewandelt. In einer zweiten Stufe wird das H<sub>2</sub>S in einem Zink-Bett absorbiert, wobei das Katalysatorvolumen der ersten Stufe erheblich kleiner ist als in der zweiten Stufe. Dabei ist es bekannt, beide Katalysatoren innerhalb eines gemeinsamen Reaktordruckgefäßes unterzubringen, wobei schon wegen der unterschiedlichen Nutzzeiten in der Regel ein im Dom des Reaktors vorgesehenes erstes Mannloch zum Austausch des ersten Katalysators und ein im seitlichen Außenmantel vorgesehenes zweites Mannloch einen Raum erschließt, aus dem der zweite Katalysator dann zum Wechsel entnommen werden kann. Nachteilig an dieser Konstruktion ist, daß beispielsweise dieser zweite Raum zwischen den beiden Katalysatorbetten nicht benutzt werden kann.

[0004] Zum im weitesten Sinne hier betroffenen Stand der Technik sei beispielsweise auf die EP-0 400 698-A1 oder die US-3 544 264, US-3 817 716, US-3 620 685 oder US-4 830 834 verwiesen. Bei der Vorrichtung aus der oben genannten europäischen Anmeldung handelt es sich um einen Konverter, der vorzugsweise für die Behandlung staubhaltiger Gase verwendet werden soll. Dabei werden in der Vorzugsausführung zwei Katalysatorbetten eingesetzt.

[0005] Bei der US-4 830 843 handelt es sich um einen Wärmetauscher-Reformer, der zum Wärmebilanzausgleich für die Umwandlung von Erdgas und Dampf in H<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-haltiges Gasgemisch mit einem Brenner ausgerüstet ist, der ein heißes Rauchgas liefert, welches im indirekten Wärmetausch die Wärme an das Prozeßgas abgibt.

[0006] Der in der US-3 620 685 beschriebene Reaktor ist für einen Oxidehydro-Prozeß bestimmt. Dieser erfordert einerseits große Anströmflächen der Katalysatorschichten und andererseits hohe Abgasströmgeschwindigkeiten nach abgeschlossener katalytischer Behandlung.

[0007] Die US-3 817 716 beschreibt die Behandlung von Abgasen, die höhere Kohlenwasserstoffe und Aerosole enthalten, wobei schließlich die US-3 544 264 ein Abgaskatalysatorsystem für Kraftfahrzeuge zur Reduzierung von Schadstoffen, wie NO<sub>x</sub> und CO zeigt.

[0008] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe

zugrunde, neben der Vermeidung der oben beschriebenen Nachteile eine Vorrichtung mit zwei Katalysatorbetten unterschiedlicher Lebensdauer so zu gestalten, daß die Katalysatoren unabhängig voneinander gewechselt werden können, ohne Inkaufnahme ungenutzter Toträume und mit der Möglichkeit, jedes Bett umfahren zu können.

[0009] Mit einer Vorrichtung der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung

dadurch gelöst, daß das im Strömungsweg erste Katalysatorbett ein kleineres Katalysatorvolumen aufweist als das zweite Katalysatorbett, das erste und zweite Katalysatorbett im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind, wobei die zylindrische Begrenzungswand des inneren Katalysatorbettes die zylindrische Innenwand des zweiten Katalysatorbettes bildet und das erste Katalysatorbett radial und das zweite Katalysatorbett axial durchströmbar ist.

[0010] Dadurch, daß das erste Katalysatorbett vom zweiten Katalysatorbett umgeben ist, ist es möglich, beide Katalysatoren funktionsmäßig durch das gleiche Mannloch etwa im Dom eines Reaktorgefäßes unabhängig voneinander zu wechseln.

[0011] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der Unteransprüche, wobei die hier propagierte Gestaltung es zusätzlich möglich macht, das erste Katalysatorbett beispielsweise radial und das zweite Katalysatorbett axial durchströmbar zu gestalten, wobei es natürlich auch möglich ist, beide Katalysatorbetten axial oder radial durchströmbar auszubilden.

[0012] Vorteilhaft ist es, wenn die Abmessungen der Aufnahmen für das kleinere erste Katalysatorbett und das größere zweite Katalysatorbett so aufeinander abgestimmt sind, daß die Füllhöhen beider Katalysatorbetten im Gesamtgehäuse des Katalysators im wesentlichen identisch sind, wie dies die Erfindung ebenfalls vorsieht.

[0013] Im Dom des Gesamtkatalysatorgehäuses kann ein Zuführstutzen zum mit einem Dom versehenen inneren ersten Katalysatorbett vorgesehen sein und/oder ein zweiter Zuführstutzen zur Umfahrung des ersten Katalysators.

[0014] Wird das innere Katalysatorbett von außen nach innen durchströmt und liegt, wie oben schon ausgeführt, die Zuführung in einem oberen Dom oberhalb des ersten Katalysatorbettes, so wird das das erste Katalysatorbett durchströmende Fluid in der Regel über ein zentrisches Sammelrohr abgeführt, das zweckmäßig innerhalb des oberen Doms mündet, um so das zweite Katalysatorbett von oben zu beaufschlagen. Bei einer solchen Konstruktion kann auch vorgesehen sein, das zentrische innere Abströmrohr funktionsmäßig aus dem Gesamtgehäuse herauszuführen, so daß auch das erste Katalysatorbett weiterbetrieben werden kann, wenn beispielsweise das zweite Katalysatorbett umfahren werden soll.

[0015] Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielweise näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 einen entsprechenden Reaktor nach dem Stand der Technik und in

Fig. 2 eine Vorrichtung nach der Erfindung.

[0016] Der allgemein mit 1 bezeichnete Reaktor nach dem Stand der Technik besteht aus einem Druckgefäß 2 mit einem Eintrittsstutzen 3 im oberen Dom und einem Austrittsstutzen 4 im unteren Dom sowie einem Mannloch 5 zwischen einem oberen Katalysatorbett 6 und einem unteren Katalysatorbett 7. Das obere Katalysatorbett kann beispielsweise den Co-Mo-Katalysator zur Umwandlung organischer Schwefelverbindungen in H<sub>2</sub>S und das untere Katalysatorbett den ZnO-Katalysator zur Absorption des Schwefels aus H<sub>2</sub>S darstellen. Das obere Katalysatorbett ruht auf einem Tragrost 8, unter diesem Tragrost 8 befindet sich ein katalysatorfreier Raum 9, in den der Stutzen des Mannloches 5 mündet, wobei beispielsweise der obere Katalysator über den Zuführstutzen 3 gewechselt werden kann, der untere über das Mannloch 5.

[0017] In Fig. 1 sind allgemeine Höhenangaben der Katalysatorbetten des Totraumes 9 sowie weitere Abmessungen angegeben, deren Äquivalent auch in Fig. 2 angegeben ist, die entsprechenden Maße sind als Beispiel in einer Tabelle weiter unten wiedergegeben.

[0018] Soweit wie möglich, sind in Fig. 2, die die erfindungsgemäße Vorrichtung darstellt, die gleichen Bezugszeichen gewählt, wie bei der Beschreibung des Standes der Technik nach Fig. 1.

[0019] So besteht dort der Reaktor 1 aus einem Druckgefäß 2 mit einem Eintrittsstutzen 3 und einem Austrittsstutzen 4 für das zu behandelnde Fluid. Im Dom des Druckgefäßes 2 befindet sich zentrisch ein Mannloch 5, wobei im Inneren des Gehäuses 2 ein zweites zylindrisches Gehäuse 12 angeordnet ist, welches zentrisch einen perforierten Zylinder 9 bzw. ein Abströmrohr 9 und darum zentrisch weiter außen ein perforiertes Rohr 10 enthält, wobei der Raum zwischen den perforierten Rohren 9 und 10 das erste Katalysatorbett 6 bildet. Die Außenwand 12 dieses ersten Katalysatorgefäßes bildet die Innenwand für den zweiten Katalysator 7, wobei im dargestellten Beispiel das erste Katalysatorbett radial und das zweite Katalysatorbett 7 axial durchströmt angeordnet ist, ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt wäre.

[0020] Der Dom 13 des Gehäuses des ersten Katalysatorbettes 6 wird vom perforierten Zentralrohr 9 mit einem Stutzen 15 durchdrungen, wobei das erste Katalysatorgehäuse 12 am unteren Ende mit einer Bodenplatte 14 abgeschlossen ist, die in das mit 20 bezeichnete Traggitter für die zweite Katalysatorschüttung übergeht.

[0021] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, bezogen auf den Strömungsweg des zu behandelnden Fluids, die folgende:

[0022] Das zu behandelnde Gas wird dem Stutzen 3

zugeführt und gelangt über eine Leitung 16 in einen ersten Verteiler bzw. Domraum 17 und anschließend in einen Zuströmpspalt 11, um dann über die perforierte Wand 10 den ersten Katalysator bzw. das erste Katalysatorbett 6 radial zu durchströmen, d.h. hier von außen nach innen. Über das perforierte Zentralrohr 9 über den Abgabestutzen 15 gelangt das Gas in den zweiten Verteiler bzw. Domraum 18 oberhalb der zweiten Katalysatorschüttung 7, um von dort in diese einzudringen, axial zu durchströmen und über den Traggitterring 20 zum Abgabestutzen 4 zu gelangen, der im unteren Bodenbereich 19 des Reaktorgefäßes 2 angeordnet ist.

[0023] In Fig. 2 ist noch ein zweiter Zuführstutzen 3' unmittelbar im zweiten Verteilerraum 18 dargestellt. Hier kann das Gas derart eingeleitet werden, daß es nur das zweite Katalysatorbett durchströmt, um etwa dann die erste Katalysatorschüttung 6 einfach umfahren zu können.

[0024] Nicht näher dargestellt ist die Möglichkeit, den Abgabestutzen 15 in den zweiten Domraum 18 bedarfswise nach außen zu führen, um so den ersten Katalysator weiterbenutzen zu können, wenn beispielsweise die zweite Katalysatorschüttung umfahren werden soll.

[0025] Die Möglichkeit, über den zweiten Gaseintrittsstutzen 3' das erste Katalysatorbett zu umfahren, kann für Betreiber derartiger Vorrichtungen von erheblichem Vorteil sein, beispielsweise wenn das zu behandelnde Gas zeitweise relativ sauber ist, z.B. keine organischen Schwefelverbindungen mehr enthält und daher das erste Katalysatorbett nicht durchströmt werden muß oder bei Verwendung gleicher Katalysatoren für beide Betten das erste Katalysatorbett durch Verunreinigungen oder Zerstörungen hohen Druckverlust erzeugt oder gar blockiert.

[0026] Erkennbar werden auch die Kosten einer solchen Vorrichtung stark reduziert, was allein der Vergleich zwischen einem Reaktor nach dem Stand der Technik, d.h. nach Fig. 1, und einem Reaktor nach der Erfindung, d.h. nach Fig. 2, verdeutlicht, wobei die in den Figuren dargestellten Maße tabellarisch angegeben sind. Die in der letzten Zeile der Tabelle erkennbare Einsparung an Gewicht beträgt 29.000 kg, sie ist erkennbar äußerst erheblich, wodurch nicht nur Materialkosten, sondern auch Transport und Montagekosten einsparbar sind:

	Figur 1	Figur 2
Volumen 6 [m <sup>3</sup> ]	13,6	13,6
Volumen 7 [m <sup>3</sup> ]	66,5	66,5
h <sub>0</sub> [mm]	11.000	5.500
h [mm]	h <sub>0</sub>	7.500
h <sub>1</sub> [mm]	7.800	--
h <sub>2</sub> [mm]	1.600	--

(fortgesetzt)

lysatorbettes (6) vorgesehen ist.

	Figur 1	Figur 2
$h_3$ [mm]	1.600	--
D [mm]	3.300	3.850
d [mm]	--	1.700
Gewicht kg	109.000	80.000

5

10

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Durchführung katalytischer chemischer Reaktionen eines Fluids in der Gasphase, beispielsweise der Entschwefelung von Kohlenwasserstoffen, wie beispielsweise Erdgas, unter Einsatz zweier im Strömungsweg des Gases befindlicher Katalysatoren gleicher oder unterschiedlicher Art innerhalb eines gemeinsamen Gehäuses in zwei Katalysatorbetten, wobei ein im Gehäuse mittig angeordnetes Katalysatorbett von dem zweiten Katalysatorbett umgeben ist, dadurch gekennzeichnet,

15

20

25

30

35

- a) daß das im Strömungsweg erste Katalysatorbett (6) ein kleineres Katalysatorvolumen aufweist als das zweite Katalysatorbett (7),
- b) das erste und zweite Katalysatorbett (6,7) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind, wobei die zylindrische Begrenzungswand (12) des inneren Katalysatorbettes (6) die zylindrische Innenwand des zweiten Katalysatorbettes (7) bildet und
- c) das erste Katalysatorbett (6) radial und das zweite Katalysatorbett (7) axial durchströmbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abmessungen der Aufnahmen für das kleinere erste Katalysatorbett (6) und das größere zweite Katalysatorbett (7) so abgestimmt sind, daß die Füllhöhen beider Katalysatorbetten im Gesamtgehäuse (2) des Katalysators im wesentlichen gleich sind.

40

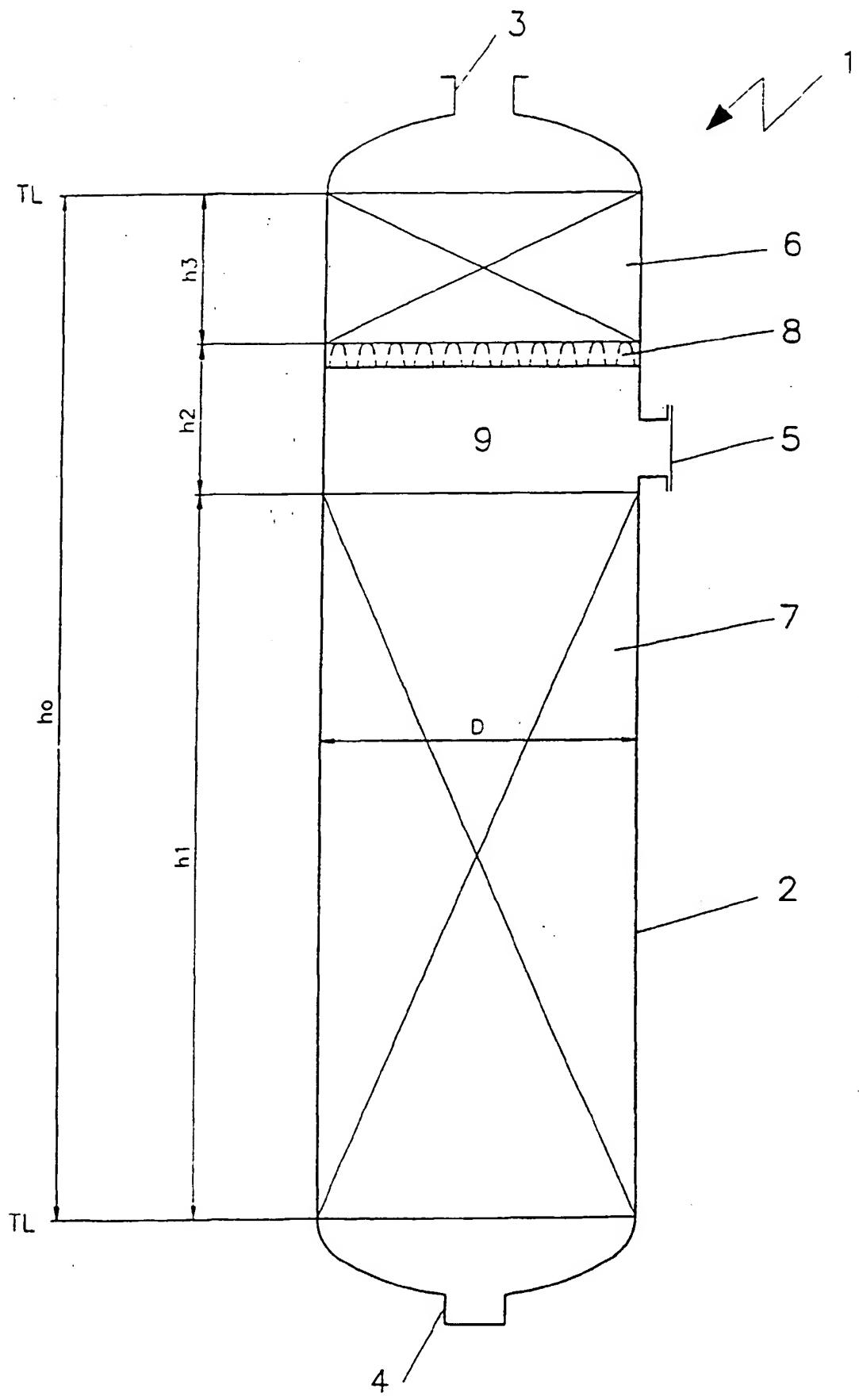
45

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß auch das zweite Katalysatorbett (7) axial durchströmbar gestaltet ist.

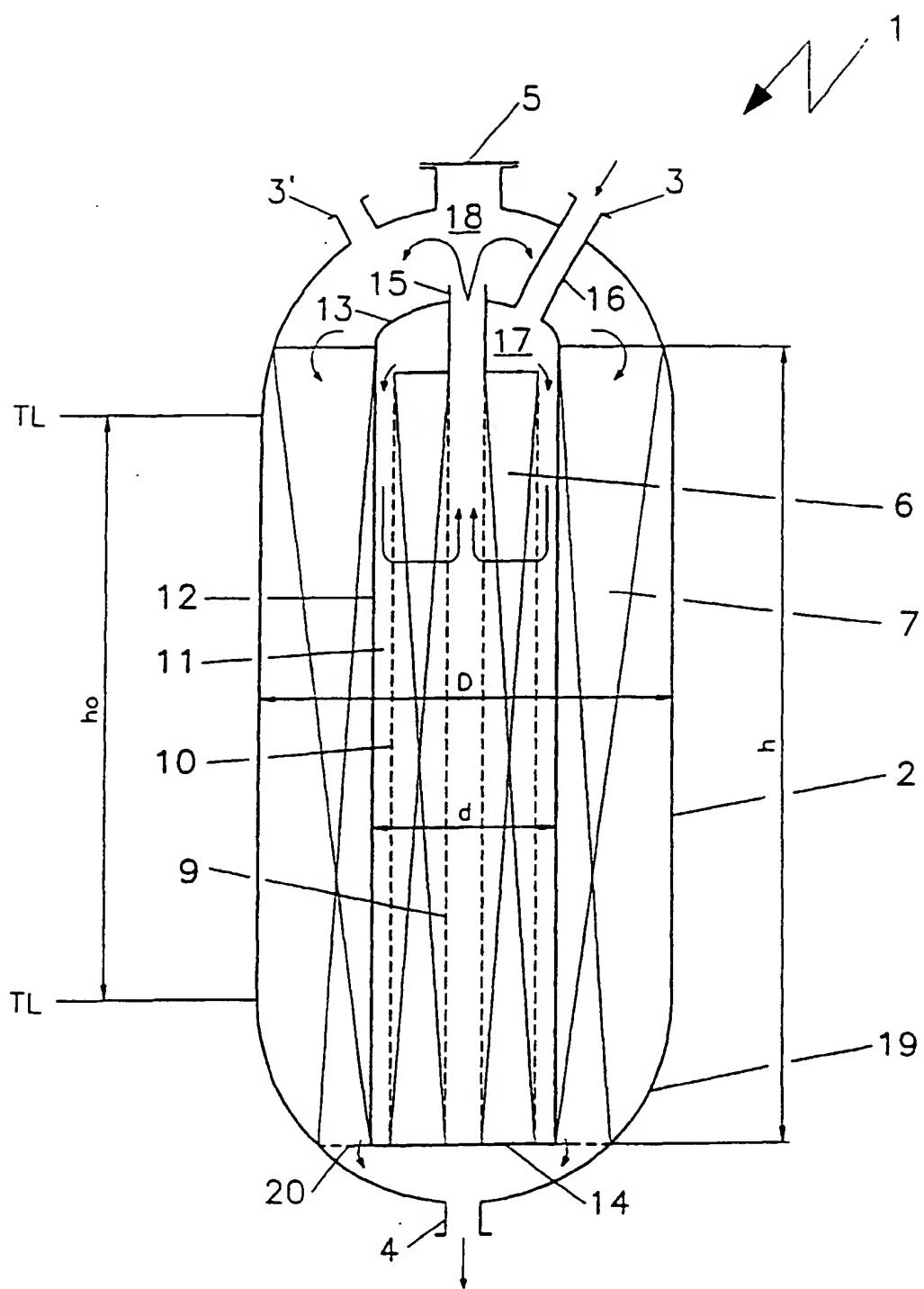
50

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
daß im Dom des Gesamtkatalysatorgehäuses (2) neben dem Zuführstutzen (3) zum Dom (13) des inneren ersten Katalysatorbettes (6) ein zweiter Zuführstutzen (3) zur Umfahrung des ersten Kata-

55



Figur 1



Figur 2



(19) Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 006 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B01J 8/04, C10L 3/10

(43) Veröffentlichungstag A2:  
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(21) Anmeldenummer: 99111405.9

(22) Anmeldetag: 11.06.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 27.06.1998 DE 19828777

(71) Anmelder: Krupp Uhde GmbH  
44141 Dortmund (DE)

(72) Erfinder: Marsch, Hans-Dieter  
44149 Dortmund (DE)

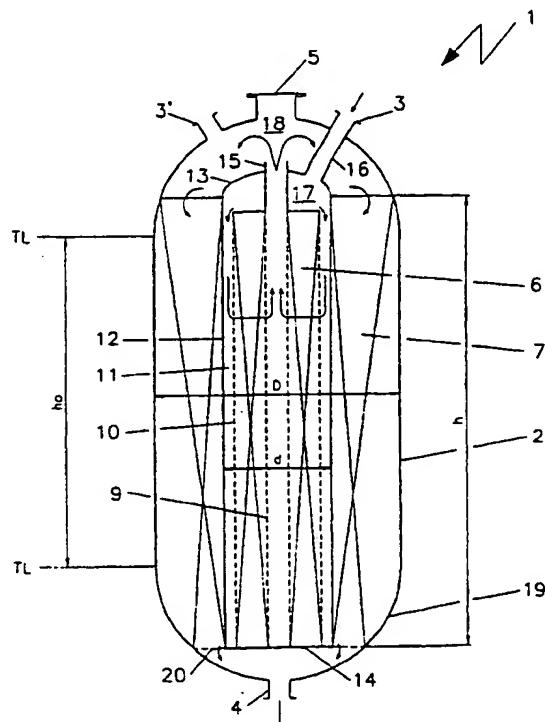
(74) Vertreter:  
Patentanwälte  
Meinke, Dabringhaus und Partner  
Westenhellweg 67  
44137 Dortmund (DE)

### (54) Vorrichtung zur Durchführung katalytischer Reaktionen eines Fluids in der Gasphase

(57) Mit einer Vorrichtung zur Durchführung katalytischer chemischer Reaktionen eines Fluids in der Gasphase, soll neben der Vermeidung der bekannten Nachteile eine Vorrichtung mit zwei Katalysatorbetten unterschiedlicher Lebensdauer so gestaltet werden, daß die Katalysatoren unabhängig voneinander gewechselt werden können, ohne Inkaufnahme unge nutzter Toträume und mit der Möglichkeit, jedes Bett umfahren zu können.

Dies wird dadurch erreicht, daß

- das im Strömungsweg erste Katalysatorbett (6) ein kleineres Katalysatorvolumen aufweist als das zweite Katalysatorbett (7).
- das erste und zweite Katalysatorbett (6,7) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind, wobei die zylindrische Begrenzungswand (12) des inneren Katalysatorbettes (6) die zylindrische Innенwand des zweiten Katalysatorbettes (7) bildet und
- das erste Katalysatorbett (6) radial und das zweite Katalysatorbett (7) axial durchströmbar ist.



Figur 2



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 99 11 1405

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betitl. Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI)
A	US 1 959 219 A (REED FOREST C) 15. Mai 1934 (1934-05-15) * Seite 2, Zeile 137 - Zeile 3 * * Abbildung 2 *	1,3	B01J8/04 C10L3/10
A	DE 36 07 118 A (LINDE AG) 10. September 1987 (1987-09-10) * das ganze Dokument *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 377 (C-392), 16. Dezember 1986 (1986-12-16) & JP 61 171530 A (HITACHI LTD), 2. August 1986 (1986-08-02) * Zusammenfassung *	1-3	
A	DE 196 00 549 A (LINDE AG) 10. Juli 1997 (1997-07-10) * Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 29 * * Spalte 3, Zeile 51 - Zeile 57 * * Abbildung 1 *	1,4	
A	US 3 902 856 A (BURROUGHS JAMES W ET AL) 2. September 1975 (1975-09-02) * Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 22 * * Anspruch 1; Abbildungen 4-11 *	1-4	B01J C10L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheur		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		31. März 2000	Vlassis, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichttechnische Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	B : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 1405

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

31-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 1959219 A	15-05-1934	KEINE	
DE 3607118 A	10-09-1987	KEINE	
JP 61171530 A	02-08-1986	KEINE	
DE 19600549 A	10-07-1997	KEINE	
US 3902856 A	02-09-1975	US 3898049 A	05-08-1975

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**